

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 477 864 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 91116244.4

51 Int. Cl.5: H01S 3/03, H01S 3/038

22 Anmeldetag: 24.09.91

30 Priorität: 26.09.90 DE 4030443

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
01.04.92 Patentblatt 92/14

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

71 Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2

W-8000 München 2(DE)

72 Erfinder: Krüger, Hans, Dipl.-Phys.  
Peralohstrasse 13  
W-8000 München 83(DE)  
Erfinder: Kirschner, Walter  
Flurstrasse 6  
W-8043 Unterföhring(DE)

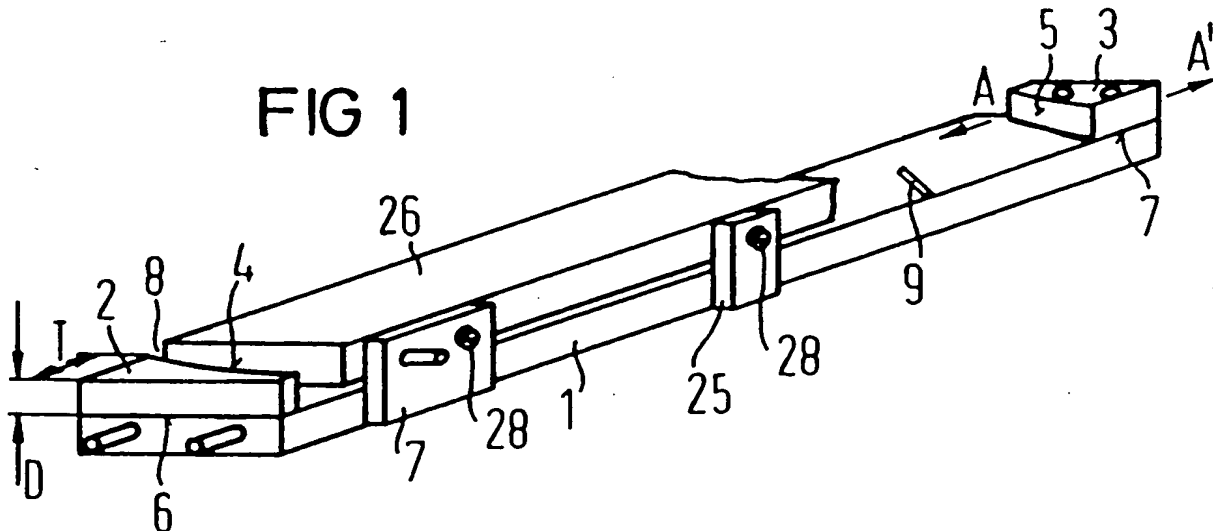
54 Slab- oder Bandleiterlaser.

57 In einem Slab- oder Bandleiterlaser, der zwei Elektroden (1,26) und zwei Resonatorspiegel (2, 3) enthält, sind die Elektroden (1, 26) formstabil ausgeführt und die Spiegel (2, 3) und eine zweite Elektro-

de (26) auf der ersten Elektrode (1) befestigt und von dieser getragen.

Die Erfindung eignet sich für kompakte Bandleiterlaser.

FIG 1



EP 0 477 864 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Slab- oder Bandleiterlaser gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiger Bandleiterlaser ist aus der DE-OS 37 29 053 bekannt. Dort reichen beide Elektroden unmittelbar an den Spiegel heran, die elektrische Isolation zwischen den beiden Elektroden stellt der Spiegel selbst dar. Dadurch bedingt ist die Wärmeableitung im Spiegel und damit die erzielbare Leistung des Lasers begrenzt.

Aus der US-PS 47 13 825 ist es bekannt, einen CO<sub>2</sub>-Wellenleiterlaser mit einer optischen Bank aus "Invar"-Stäben auszurüsten und an dieser die Laserspiegel zu befestigen. Dieser Aufbau erfordert Justiereinrichtungen für die Laserspiegel und einen Mindestabstand der Spiegel vom Wellenleiter, um für die Temperatúrausdehnung des Wellenleiters Raum zu geben.

Die Aufgabe, die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegt, besteht in einer Erhöhung der spezifischen Leistung, d.h. der Leistung pro Volumen eines Bandleiterlasers in Verbindung mit einem kompakten, wenig aufwendigen Aufbau. Diese Aufgabe wird bei einem Laser gemäß dem Oberbegriff durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Aufbau ist nur die erste Elektrode nach außen abgestützt bzw. gehalten. Die zweite Elektrode und die Spiegel sind nur auf der ersten Elektrode abgestützt. Dieser Aufbau macht Spannungen, die aufgrund der Halterung auf die Elektroden übertragen werden können, unschädlich. Er verhindert eine unterschiedliche Verformung der beiden Elektroden durch äußere Spannungen. Dabei ist vorteilhaft zumindest ein Spiegel auf die erste Elektrode aufgeklebt oder durch eine Halteeinrichtung festgeklemmt oder auf die erste Elektrode aufgelötet. Der zweite Spiegel kann ebenfalls auf eine der genannten Arten befestigt sein, die nicht unbedingt dieselbe sein muß, wie beim ersten Spiegel. Die angegebenen Befestigungsarten der Spiegel ermöglichen eine sehr genaue Lagejustierung vor der Befestigung, die dann erhalten bleibt. Die erste Elektrode ist so formstabil ausgeführt, daß auch bei Temperaturschwankungen während des Betriebes des Lasers kein unzulässiges Auswandern des Laserstrahles und keine dadurch bedingte unzulässige Abschwächung der Laserleistung erfolgt. Die Spiegel können bis auf den zur elektrischen Isolation erforderlichen Mindestabstand an die zweite Elektrode angenähert werden. Dieser Aufbau vermeidet Verluste durch Strahldivergenz der Laserstrahlung im Bereich der ersten Elektrode vollständig und minimiert sie im Bereich der zweiten Elektrode. Dies ergibt eine beträchtliche Erhöhung der Laserleistung pro Volumen.

Eine vorteilhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lasers hat die Merkmale, daß die erste Elektrode im wesentlichen den Querschnitt

eines U-Profils besitzt, daß der an die Symmetrieebene angrenzende Teil des Profils eine Erhebung an der Außenwand des U-Profils bildet, daß im Bereich dieser Erhebung Kühlkanäle untergebracht sind und daß außerhalb der Kühlkanäle im Bereich der Stirnseite des Lasers Anschlußkanäle für das zur Kühlung der zweiten Elektrode bestimmte Kühlmittel angeordnet sind. Das U-Profil mit einer Erhebung im Mittelbereich gewährleistet eine besonders hohe Steifigkeit im Entladungsspalt, ermöglicht die Unterbringung von Anschlüssen für das Kühlmittel der zweiten Elektrode, ohne daß eine störende Verbiegung über die Kühlmittelanschlüsse hervorgerufen wird. Außerdem kann diese Ausführungsform besonders kompakt gestaltet werden, indem das U-Profil gleichzeitig als Teil des Lasergehäuses dient.

Vorteilhaft sind die Kühlmittelleinläufe für beide Elektroden auf einer Seite und die Kühlmittelausläufe für beide Elektroden auf der anderen Seite der Symmetrieebene des U-Profils angeordnet. Diese Ausführungsform ist auch bei den beim Betrieb auftretenden Temperaturunterschieden in den Elektroden besonders arm an mechanischen Verspannungen im U-Profil.

Eine weitere Steigerung der Verzugsfreiheit des Lasers ist gegeben, indem die zweite Elektrode mit der ersten über Abstandsstücke aus Isolierstoff mechanisch verbunden und im gewünschten Abstand gehalten ist, indem die erste Elektrode in Strahlrichtung des Lasers länger ausgebildet ist als die zweite Elektrode, indem die Spiegel in Strahlrichtung außerhalb der zweiten Elektrode und von ihr elektrisch isoliert auf der ersten Elektrode angeordnet sind, indem die Spiegel aus Metall bestehen und dicker ausgebildet sind, als die Spaltbreite des Entladungsspalt. Insbesondere empfiehlt es sich, daß die Spaltbreite unter 2mm und die Dicke der Spiegel zumindest etwa 5mm beträgt und daß die Spiegel aus reinem Kupfer bestehen. Diese Ausführungsform gewährleistet einen gleichmäßigen Abtransport der im Spiegel entstehenden Wärme, ohne daß ein Verzug der Spiegel auftritt. Hierzu trägt die relativ hohe Dicke der Spiegel bei, auch wenn die Spiegel nur einseitig mit einer als Wärmesenke dienenden Elektrode verbunden sind.

Ein Ausgleich von Spannungen bei Temperaturänderungen ist gewährleistet, indem das Flächenträgheitsmoment der beiden Elektroden bezogen auf den Entladungsspalt gleichgroß ist und indem der Abstand der Kühlkanäle von der dem Entladungsspalt zugewandten Fläche jeder Elektrode gleichgroß ist. Zur weiteren Reduktion von mechanischen Spannungen ist es vorteilhaft, wenn der Kühlmittelleinlauf und der Kühlmittelauslauf beider Elektroden an ein und derselben Stirnseite der ersten Elektrode angeordnet sind und wenn Ein- und Auslauf der zweiten Elektrode bezogen auf den

Entladungsspalt senkrecht über zwischen den Elektroden liegenden Abstandstücken und in gleichem Abstand von der Stirnseite der zweiten Elektrode von der ersten zur zweiten Elektrode geführt sind.

Eine gleichmäßige Kühlung des Lasergases wird erreicht, indem beide Elektroden Kühlkanäle enthalten, indem die Kühlkanäle der beiden Elektroden gleiche Abstände zum Entladungsspalt aufweisen. Dabei besitzen die Kühlkanäle beider Elektroden vorteilhaft denselben Querschnitt. Eine besonders geringe Verformung bei Temperaturschwankungen tritt auf, wenn die Kühlkanäle bezogen auf den Entladungsspalt spiegelsymmetrisch angeordnet sind.

Ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines Slab- oder Bandleiterlasers gemäß der Erfindung weist die Merkmale auf, daß Spiegel verwendet werden, die je eine zylinderförmige Reflexionsfläche aufweisen, daß eine Verbindungsfläche jedes Spiegels zur Achse der Reflexionsfläche mit hoher Genauigkeit senkrecht stehend gestaltet wird, daß die Verbindungsfläche auf die erste Elektrode aufgesetzt wird, daß durch Schwenkung des Spiegels gegenüber der ersten Elektrode dessen Brennpunkt auf die gewünschte Strahlrichtung und die gewünschte Lage auf der Elektrode einjustiert wird und daß dann eine bleibende Fixierung des Spiegels auf der Elektrode vorgenommen wird. Dabei wird vorteilhaft jeder Spiegel mittels eines Laserstrahls, der die gewünschte Strahlrichtung und die gewünschte Lage des Strahles auf der ersten Elektrode anzeigt, justiert.

Die Erfindung wird nun anhand von drei Figuren näher erläutert. Sie ist nicht auf die in den Figuren gezeigten Beispiele beschränkt.

FIG 1 zeigt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Bandleiterlasers und veranschaulicht das beanspruchte Justierverfahren,

FIG 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Bandleiterlaser in teilweise geschnittener und gebrochener Ansicht.

FIG 3 zeigt einen Schnitt durch einen Laser nach FIG 2.

Auf eine erste Elektrode 1, die formstabil ausgeführt ist, sind Resonatorspiegel 2 und 3 aufgesetzt. Die Resonatorspiegel 2 und 3 besitzen zylindrische Oberflächen 4 und 5, von denen die zylindrische Oberfläche 4 des Resonatorspiegels 2 konkav und die zylindrische Oberfläche 5 des Resonatorspiegels 3 konvex gewölbt ist. Die beiden Zylinderflächen 4 und 5 besitzen nicht dargestellte Achsen, die auf Verbindungsflächen 6 bzw. 7 der Spiegel 2 bzw. 3 mit hoher Genauigkeit senkrecht stehen. Die Abweichung von der Rechtwinkeligkeit beträgt beispielsweise nur etwa 10" (= Winkelsekunden). Diese hohe Genauigkeit ist bei einer Tiefe T des Spiegels von beispielsweise

10mm erreichbar.

Die erste Elektrode 1 trägt eine zweite Elektrode 26 über Abstandsstücke 25, die aus Isoliermaterial, insbesondere Keramik, bestehen. Die Elektrode 26 läßt zu den Spiegeln 2 und 3 Isolierspalte 8 frei. Die Isolierspalte 8 sind möglichst klein gehalten, um Streuverluste zu vermeiden. Bei den praktisch eingesetzten Radiuswerten der Spiegel von mehreren Metern ist die Krümmung der Spiegeloberflächen so gering, daß in vielen Fällen eine Quaderform der zweiten Elektrode 26 ausreicht, um Laser hoher Leistung zu erzeugen. Nötigenfalls kann die Elektrodenform auch an die Form der Spiegel angepaßt sein.

Eine Justiermöglichkeit für die Spiegel ist vor dem Aufsetzen der z.B. durch Schrauben 28 fixierten zweiten Elektrode 26 und vor dem endgültigen Befestigen der Spiegel gegeben. Hierzu können bekannte Interferometer eingesetzt werden. Dabei wird z.B. der Spiegel 3 in Richtung A bzw. A' geschwenkt. Die Spiegel 2, 3 werden nach der Justierung endgültig fixiert. Der Spiegel 2 wird beispielsweise aufgeklebt oder aufgelötet. Der Spiegel 3 wird durch eine Halteeinrichtung, die hier aus zwei Schrauben besteht, nach dem Justieren festgeklemmt und so in seiner Lage gehalten. Dabei reichen die üblichen Toleranzen für die Justierung aus.

Im Ausführungsbeispiel der FIG 2 und FIG 3 weist die erste Elektrode 10 im wesentlichen einen U-Querschnitt auf. Der an die Symmetrieebene angrenzende Bereich 11 des U-Profiles besitzt eine Erhebung an der Außenwand der U-Form. Im Bereich dieser Erhebung sind Kühlkanäle 12 untergebracht. Kühlkanäle 13 mit gleichem Querschnitt sind in der zweiten Elektrode 14 untergebracht und zu den Kühlkanälen 12 in der ersten Elektrode 10 bezogen auf den Entladungsspalt 15 spiegelsymmetrisch angeordnet. Abstandsstücke 7 bestimmen den Abstand zwischen den Elektroden 10 und 14. Die Abstandsstücke 7 bestehen aus Isolierstoff, insbesondere Keramik. Der Spiegel 3 steht geringfügig seitlich über die Elektroden 10 bzw. 14 vor und weist eine Dicke D auf, die größer ist die Dicke des Entladungsspalt 15.

Kühlmitteleinläufe 16 und 17 sind auf einer Seite der Symmetrieebene der Elektrode 10 angeordnet, während die Kühlmittelausläufe 18 bzw. 19 der ersten Elektrode 10 bzw. der zweiten Elektrode 14 auf der anderen Seite der Symmetrieebene angeordnet sind. Kühlmitteleinlauf 17 bzw. Kühlmittelauslauf 19 für die zweite Elektrode 14 verlaufen zunächst durch das U-Profil der ersten Elektrode 10 außerhalb ihrer Erhebung 11 im Bereich der Symmetrieebene. Sie verlassen über Keramikdurchführungen 20 die erste Elektrode und verlaufen über Rohrstücke 21 durch Abstandsstücke 7 in die zweite Elektrode 14. Kühlmittelein- und -auslauf

liegen in der Nähe der Stirnseite 22 der zweiten Elektrode 14.

Das U-Profil der ersten Elektrode 10 weist Endbereiche 23 mit verringertem Querschnitt auf. An die Endbereiche 23 ist eine Gehäusekappe 24 angeschweißt oder angelötet, die das vakuumdichte Gehäuse des Lasers vervollständigt.

#### Patentansprüche

1. Slab- oder Bandleiterlaser, der zwei Elektroden und zwei Resonatorspiegel enthält, wobei die Elektroden einen Entladungsspalt begrenzen und Wellenleiterflächen für die Laserstrahlung bilden und wobei die Resonatorspiegel unmittelbar an eine erste Elektrode angrenzen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Elektrode formstabil ausgeführt ist, daß diese Elektrode die Spiegel und die zweite Elektrode trägt, daß die Spiegel gegenüber der ersten Elektrode justiert und auf ihr mechanisch fest verankert sind.
2. Slab- oder Bandleiterlaser nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Spiegel auf die erste Elektrode aufgeklebt ist.
3. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Spiegel auf die erste Elektrode durch eine Halteeinrichtung festgeklemmt ist.
4. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Spiegel auf die erste Elektrode aufgelötet ist.
5. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Elektrode im wesentlichen den Querschnitt eines U-Profiles besitzt, daß der an die Symmetrieebene angrenzende Teil des U-Profiles eine Erhebung an der Außenwand der U-Form bildet, daß im Bereich dieser Erhebung Kühlkanäle untergebracht sind und daß außerhalb der Kühlkanäle im Bereich der Stirnseite des Lasers Anschlüsse für das zur Kühlung der zweiten Elektrode bestimmte Kühlmittel angeordnet sind.
6. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühlmittelleinläufe für beide Elektroden auf einer Seite und die Kühlmittelausläufe für beide Elektroden auf der anderen Seite der Symmetrieebene des U-Profiles angeordnet sind.
7. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Elektrode mit der ersten über Abstandsstücke aus Isolierstoff mechanisch fest verbunden und im gewünschten Abstand gehalten ist, daß die erste Elektrode in Strahlrichtung des Lasers länger ausgebildet ist als die zweite Elektrode, daß die Spiegel in Strahlrichtung außerhalb der zweiten Elektrode und von ihr elektrisch isoliert auf der ersten Elektrode angeordnet sind, daß die Spiegel aus Metall bestehen und dicker ausgebildet sind, als die Spaltbreite des Entladungsspalt.
8. Slab- oder Bandleiterlaser nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spaltbreite unter 2mm und die Dicke der Spiegel zumindest etwa 5mm beträgt und daß die Spiegel aus reinem Kupfer bestehen.
9. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flächenträgheitsmoment der beiden Elektroden bezogen auf den Entladungsspalt gleich groß ist und daß der Abstand der Kühlkanäle von der dem Entladungsspalt zugewandten Fläche jeder Elektrode gleich groß ist.
10. Slab- oder Bandleiterlaser nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kühlmittelleinlauf und der Kühlmittelauslauf beider Elektroden an ein und derselben Stirnseite der ersten Elektrode angeordnet sind und daß Ein- und Auslauf der zweiten Elektrode bezogen auf den Entladungsspalt senkrecht über zwischen den Elektroden liegenden Abstandsstücken und in gleichem Abstand von der Stirnseite der zweiten Elektrode von der ersten zur zweiten Elektrode geführt sind.
11. Slab- oder Bandleiterlaser nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schenkel des U-Profiles Endbereiche mit verringertem Querschnitt aufweisen und daß diese Endbereiche mit einer Gehäusehaube vakuumdicht verschweißt oder verlötet sind.
12. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß beide Elektroden Kühlkanäle enthalten, daß die Kühlkanäle der beiden Elektroden gleiche Abstände zum Entladungsspalt aufweisen.
13. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß beide Elektroden Kühlkanäle enthalten, und daß die Kühlkanäle beider Elektroden denselben Querschnitt besitzen.

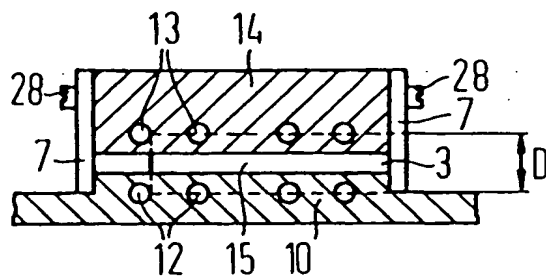
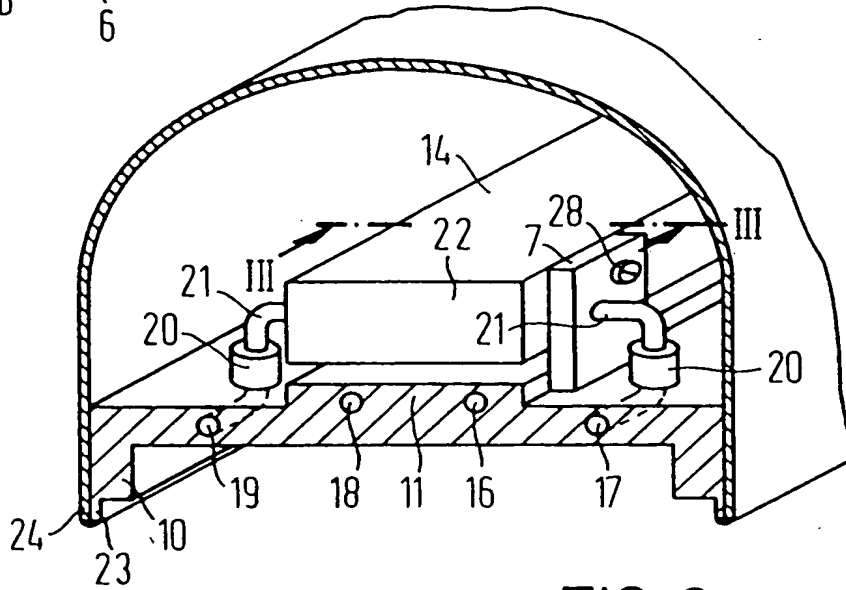
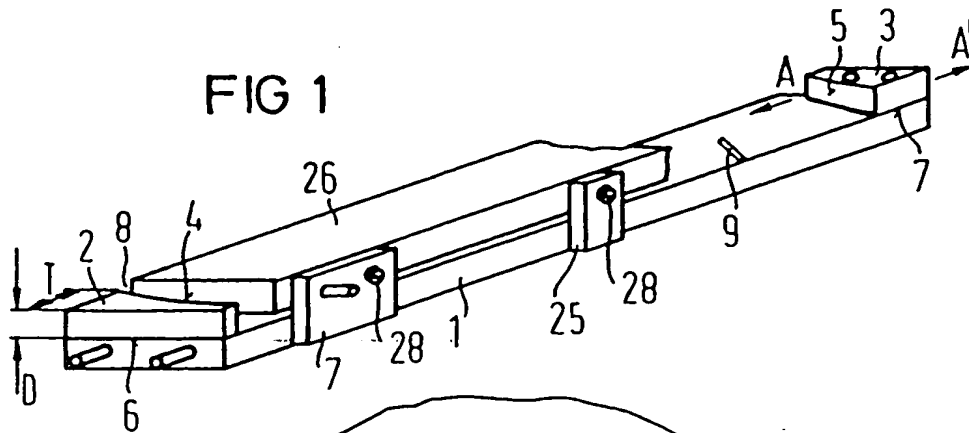
14. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühlkanäle bezogen auf den Entladungsspalt spiegelsymmetrisch angeordnet sind. 5
15. Slab- oder Bandleiterlaser nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenform an die Form der Oberfläche der Spiegel angepaßt ist, so daß ein Spalt gleicher Spaltbreite zwischen Elektrode und Spiegel freibleibt. 10
16. Verfahren zur Herstellung eines Slab- oder Bandleiterlasers nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß Spiegel verwendet werden, die je eine zylinderförmige Reflexionsfläche aufweisen, daß eine Verbindungsfläche jedes Spiegels zur Achse der Reflexionsfläche mit hoher Genauigkeit senkrecht stehend gestaltet wird, daß die Verbindungsfläche auf die erste Elektrode aufgesetzt wird, daß durch Schwenkung des Spiegels gegenüber der ersten Elektrode dessen Brennpunkt auf die gewünschte Strahlrichtung und die gewünschte Lage auf der Elektrode einjustiert wird und daß dann eine bleibende Fixierung des Spiegels auf der Elektrode vorgenommen wird. 15  
20  
25  
30
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Spiegel mittels eines Laserstrahles, der die gewünschte Strahlrichtung und die gewünschte Lage des Strahles auf der ersten Elektrode anzeigt, justiert wird. 35

40

45

50

55





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 6244

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D,A	EP-A-0 305 893 (DEUTSCHE FORSCHUNGS UNDVERSUCHSANSTALT FÜR LUFT UND RAUMFAHRT) * Zusammenfassung * * Spalte 9, Zeile 17 - Zeile 27; Abbildungen 1-7 *	1,5-14	H01S3/03 H01S3/038
D,A	US-A-4 713 825 (A.P. ADSETT) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 69 (E-587)(2916) 3. März 1988 & JP-A-62 210 685 ( MITSUBISHI ELECTRIC ) 16. September 1987 * Zusammenfassung *	7,10	
A	TECHNISCHE RUNDSCHAU Bd. 82, Nr. 38, 21. September 1990, Seite 10; ANONYME: 'neuartiger diffusions gekühlter CO2 kompakt Laser' * Seite 10 *	5,6,9-14	
A	US-A-4 719 639 (J. TULIP) * Spalte 4, Absatz 2; Abbildung 1 *	5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H01S
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 04 DEZEMBER 1991	Prüfer MALIC K.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EP FORM 1300 (12.82) (P.040)